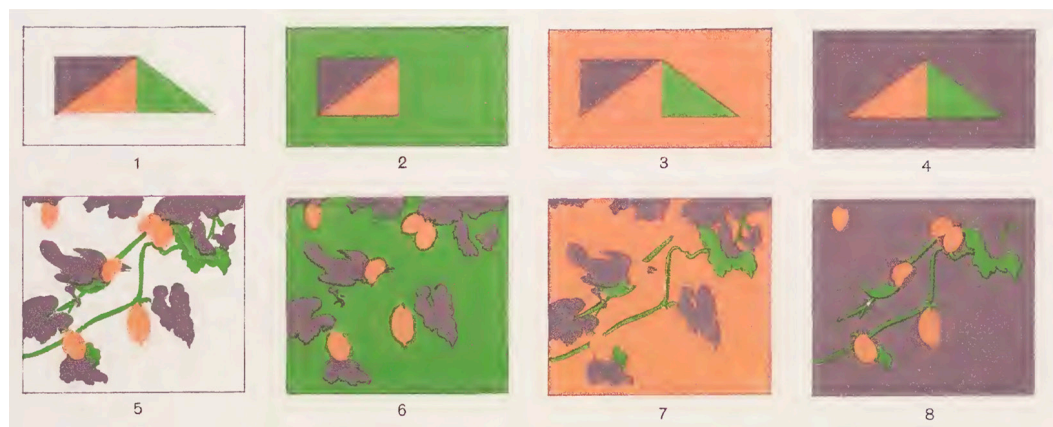
43° Convegno Internazionale
dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione
Congresso della Unione Italiana per il Disegno - Atti 2022

Mentire allo sguardo: il mimetismo tra arte e scienza

Edoardo Dotto

Abstract

All'interno di una riflessione generale sul senso e le modalità del dialogo nel dominio della visualità, il contributo prende in considerazione il tema del mimetismo naturale e artificiale, come forma di comunicazione caratterizzata dall'uso sistematico dell'inganno. Assieme all'interesse che, da oltre un secolo, questo argomento ha assunto prima per gli studi di zoologia e in seguito per le applicazioni in ambito militare, recentemente si sono delineati ambiti di riflessione che investono discipline come l'informatica, l'ottica e la sociologia. Eppure, la storia degli studi sul mimetismo mostra come una tale varietà di competenze sia stata continuamente sostenuta dagli studi e dalle applicazioni proposti da pittori esperti i quali hanno utilizzato le proprie specifiche capacità per costruire delle sintesi efficaci tra i vari ambiti coinvolti, dimostrando come il progresso del sapere – anche in ambito scientifico – in molti casi non possa rinunciare ad un fitto confronto tra le specifiche competenze delle arti e delle scienze.

Parole chiave
Mimetismo, Dazzle camouflage, Abbott Thayers, riconoscimento facciale, invisibilità

Abbott H. Thayers, Colored diagram illustrating the use of 'ruptive' coloration, in Thayers 1909, p. 77.

doi.org/10.3280/oa-832-c96

Chi è a corto di bugie non può salvarsi.
(Alda Merini, *Aforismi e magie*, 1968)

Introduzione

Tra i differenti piani di comunicazione, quello che si realizza attraverso i canali visivi che utilizzano l'immagine – quasi sempre l'immagine di sé – per intessere un dialogo con gli interlocutori, pur non avendo le sottili possibilità di articolazione di quello verbale, manifesta un'immediatezza e una intensità sorprendente. I colori delle piume degli uccelli, le striature variopinte dei pesci tropicali – esattamente come gli *outfit* che ciascuno di noi sceglie di indossare – sostengono una fitta comunicazione che si svolge nell'ambito specifico della visualità. In questa nota si vuole prendere in considerazione un aspetto di questo dominio visuale che si situa nel novero della bugia e dell'inganno, cioè quello del mimetismo visivo, attraverso il quale è comune veicolare contenuti falsati allo scopo di ottenere vantaggi misurabili.
L'ambito della mimesi visuale – o *camouflage*, come viene indicata in molte lingue – costituisce un campo di ricerca che è stato oggetto di interesse specifico solo a partire dalla fine dell'Ottocento, pochi decenni dopo il cambiamento del paradigma nello studio della natura introdotto dagli studi di Darwin. In natura, l'uso dell'inganno nella comunicazione visuale è esteso e differenziato. Un animale, sia che lo faccia per predare o per sfuggire ad un attacco, può mimetizzarsi con diverse modalità, magari cercando di confondersi nell'ambiente o fingendosi un oggetto inanimato [Wolfe 2006]. Questo è il cosiddetto "mimetismo criptico" (fig. 01), quello impiegato

Fig. 01. Gerard Thayers, *Male Gruffed Grouse in the Forest*, 1908, in Thayers 1909, p. 38.

ad esempio da un coccodrillo che si nasconde immerso fra i tronchi o da un camaleonte che assume la tinta del ramo su cui è arrampicato. Un altro tipo di mimetismo, detto "fanerico", è ad esempio quello delle farfalle che riportano sulle ali cerchi concentrici che simulano gli occhi sgranati di un predatore [Pinotti, Somaini 2016, pp. 108-112] o di alcuni insetti innocui i cui colori somigliano a quelli di vespe velenose. In questi casi si finge di essere più forti, pericolosi (o anche soltanto sgradevoli all'ingestione) di quanto non sia in realtà e si imitano quelle forme animali caratterizzate dal cosiddetto "aposematismo", cioè dalla colorazione vistosa del corpo tipica di alcune rane letali che con la loro livrea sgargiante comunicano un chiaro avvertimento ai predatori. Il tema del mimetismo, come è noto, investe campi ben più ampi di quelli definiti dagli studi di zoologia, come quello militare, l'ambito della moda e come anche quello della moderna psicologia sociale, sulla scorta delle riflessioni di Roger Callois [Callois 1998; Callois 2017] il quale ha mostrato come ogni individuo – in modo simile allo *Zelig* di Woody Allen – tenda a mimetizzarsi, uniformandosi al proprio ambiente sociale.

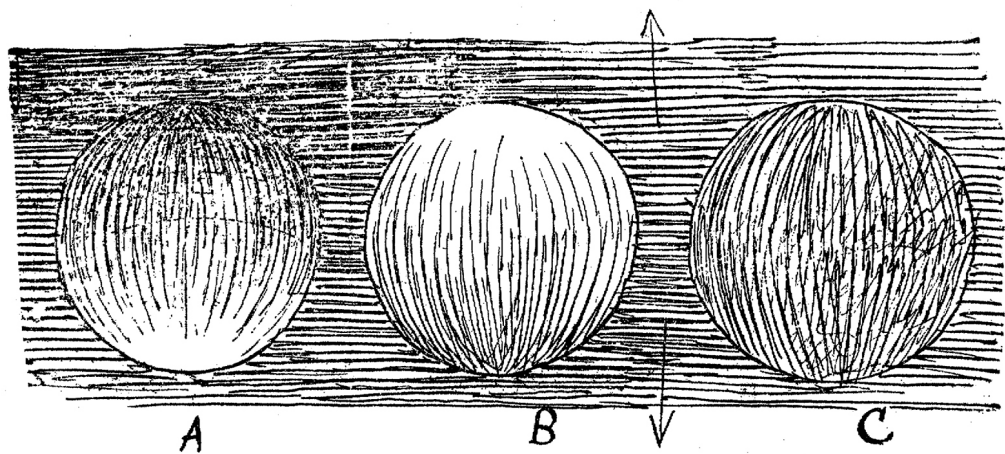



Fig. 02. Abbot H. Thayers, Schema dell'illuminazione dei corpi illuminati dall'alto (A), della intensità cromatica di corpi degli animali (B) e loro sovrapposizione (C), in Thayers 1896a, p. 125.

Alcune tappe fondamentali

L'attenzione al tema del mimetismo, come si diceva, è piuttosto recente. Le uniformi militari, sino a circa un secolo fa, erano spesso caratterizzate da colori accesi. Quelle francesi, ad esempio, erano rosse e blu, due colori che difficilmente passavano inosservati sul campo di battaglia in cui le tinte predominanti erano il verde e il bruno.
Ancora verso la fine dell'Ottocento nel volume *Hunting in Many Lands* – curato tra gli altri anche da Theodor Roosevelt, appassionato naturalista ed esperto cacciatore – non si prende in considerazione alcun espediente per rendersi invisibili alle prede [Grinnell, Roosevelt 1895]. Il primo lavoro scientifico di ampio respiro sul tema è *The Colours of Animals* di Edward Bagnall Poulton del 1890 [Poulton 1890] che sviluppa con chiarezza il tema dei *"warning colours"* (cioè i colori che veicolano l'aposematismo), ma che descrive in modo piuttosto vago le capacità di mimesi degli animali. Il volume fu seguito nel 1892 dal lavoro dello zoologo inglese Frank Evers Beddard, *Animal Coloration: An Account of the Principal Facts and Theories Relating to the Colours and Markings of Animals* che contiene talvolta riflessioni piuttosto fiacche, spesso basate su osservazioni svolte nei giardini zoologici, piuttosto che negli ambienti naturali [Beddard 1892].
La svolta nella storia del mimetismo fu opera del pittore americano Abbott Handerson Thayer (Boston 1849- Dublin 1921), il quale con gli strumenti propri del suo mestiere tentò di comprendere il significato della colorazione degli animali. Thayers, pittore impressionista non lontano dal gusto preraffaellita, sulla scorta dell'idealismo di Ralph Waldo Emerson, credeva che ogni elemento del creato avesse un senso e una funzione specifica [1]. Forte della propria sensibilità visiva, definì la legge fondamentale sulla *counter-shading* (contro-ombreggiatura), detta anche *Thayer's Law,* divulgata nel 1896 con due articoli pubblicati sulla rivista della *American Ornithologist Union* [Thayers 1896a; Thayers 1896b]. In *The law which underlies Protective Coloration* scriveva: "gli animali sono dipinti dalla natura, più scuri su quelle parti che tendono ad essere più

illuminate dalla luce del cielo e viceversa. Il diagramma allegato illustra questa affermazione. Gli animali sono colorati per natura come in A, il cielo li illumina come in B, e i due effetti si annullano a vicenda, come in C. Il risultato è che la loro gradazione di luci e ombre, per cui gli oggetti solidi opachi si manifestano alla vista, viene cancellata in ogni punto […] e lo spettatore sembra vedere attraverso lo spazio realmente occupato" (fig. 02) [Thayers 1896a, p. 125].
Assieme al figlio Gerard, nel 1909 Thayers scrisse *Concealing Coloration in the Animal Kingdom* [Thayers 1909], un corposo volume illustrato da molte immagini realizzate da lui e dai suoi allievi in cui si mostra come anche la colorazione più sgargiante degli animali sia finalizzata alla loro protezione mimetica, anche quella dei serpenti, degli uccelli e persino quella del pavone, il quale, se osservato dal punto di vista dei suoi predatori, riesce a mimetizzarsi perfettamente tra le fronde con lo sfondo del cielo (fig. 03). Thayers descrive inoltre con chiarezza cosa sia il *"disruptive pattern"*, cioè quella colorazione complessa che riesce a confondere la vista facendo perdere la percezione del corpo degli animali attraverso zebrature, macchie, bande alternate. Nell'introduzione al volume, Thayers notava che «l'intera questione [del mimetismo] è stata nelle mani dei custodi sbagliati.

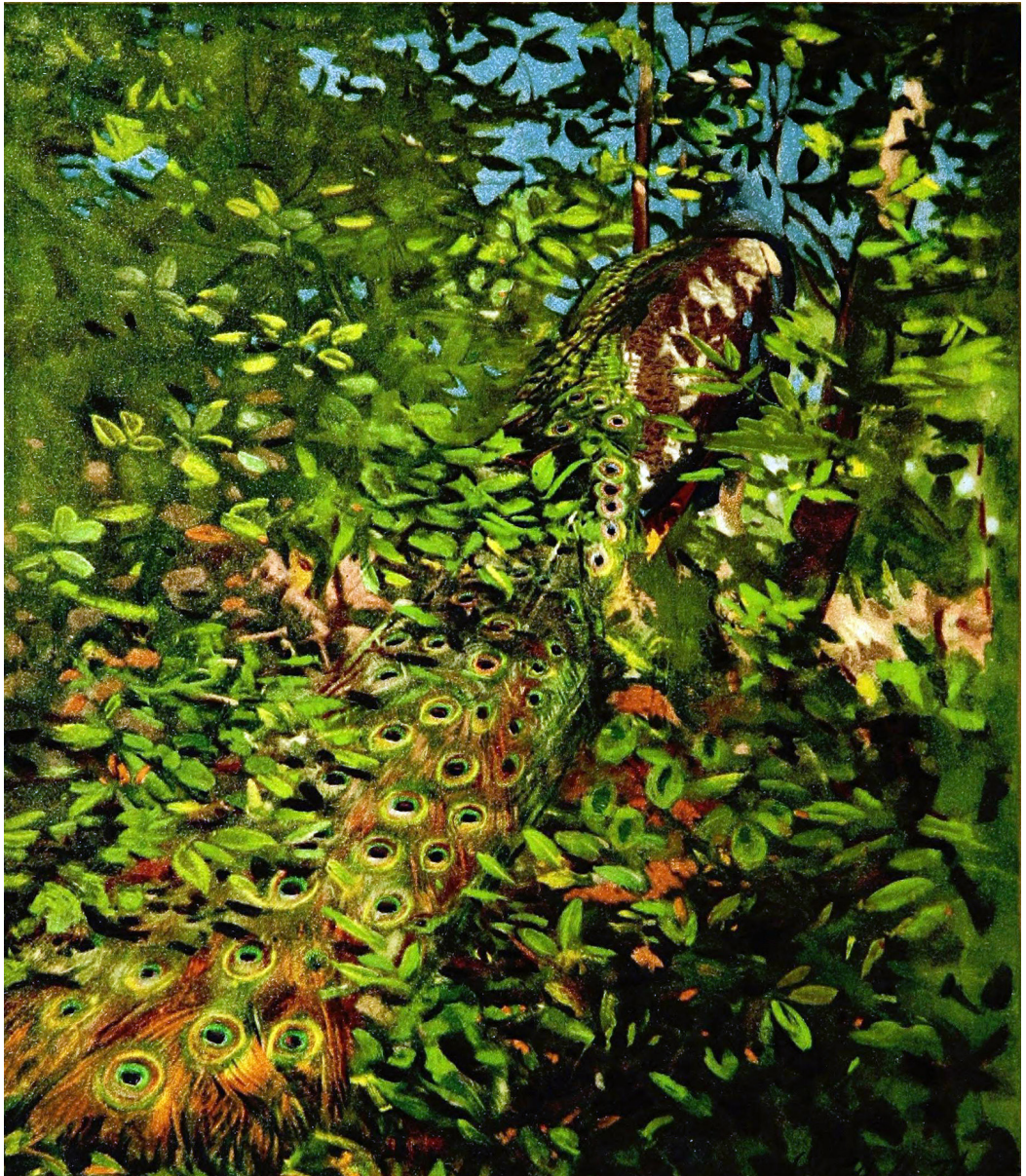



Fig. 03. Abbot H. Thayers, Peacock amid foliage, in Thayers 1909, antiporta. Il punto di vista scelto coincide con quello dei quadrupedi predatori del pavone. Come si vede, per Thayers anche il collo azzurro risulta invisibile con lo sfondo del cielo.

Riguardando esclusivamente gli animali, è stata naturalmente considerata territorio degli zoologi ma compete in modo proprio al regno dell'arte pittorica e può essere interpretata solo dai pittori, dato che riguarda interamente le illusioni ottiche, che sono il succo stesso della vita di un pittore» [Thayers 1909, p. 3]. Con queste premesse come si può immaginare le sue teorie ricevettero un'accoglienza piuttosto gelida presso i naturalisti che gli rimproveravano una grave ristrettezza di vedute. D'altra parte, Thayers si era dedicato soprattutto all'osservazione degli uccelli che poteva studiare nelle campagne attorno a Dublin in Ohio, dove viveva, ottenendo solo conferme alla propria intuizione e cadendo vittima del proprio entusiasmo. Nel 1911 Theodor Roosevelt scrisse un lunghissimo articolo – *Revealing and concealing coloration in birds and mammals* – nel quale confutava, con energica veemenza, le teorie di Thayers [Roosevelt 1911] e ancora nel 1940 Hugh Cott, in *Adaptive Coloration in Animals*, non perdeva l'occasione per criticarlo [Cott 1940]. Nonostante ciò, i concetti cui i naturalisti facevano riferimento per trattare il mimetismo animale coincisero ben presto con quelli introdotti da Thayers, cioè l'analogia cromatica, la contro-ombreggiatura e il *disruptive pattern*.

Fig. 04. Soldati inglesi con una mucca cava in cartapesta, 1917 ca. <https://www.nacion.com/viva/cultura/artistas-del-engano-en-la-primera-guerra-mundial/SJTRG4POYVB5RNRPJATM6IFR4E/story/> (consultato il 28 febbraio 2022)

Thayers fu il primo ad avere ben chiaro come la questione del mimetismo potesse avere delle interessanti ricadute in ambito militare. Nel corso della guerra ispano-americana del 1898, Thayers si propose come consulente per la realizzazione delle uniformi, senza ottenere alcun interesse. Grazie alle conoscenze del pittore inglese John Singer Sargent, nel corso di un viaggio a Londra, Thayers presentò le sue proposte al Ministero della guerra, il quale diede così inizio ad un programma che portò nel 1917, durante la Prima guerra mondiale, all'uso delle prime uniformi mimetiche. Le truppe alleate impararono ben presto i vantaggi che il camoufflage apportava all'attività militare e nello stesso anno venne organizzato un *Camoufflage Corp* presso l'esercito americano – sotto la guida del generale Homer Saint-Gaudens, figlio di un pittore e pittore egli stesso – il quale non solo realizzò la tute mimetiche, ma anche altri dispositivi di occultamento come falsi macigni cavi, grandi tronchi d'albero o mucche al pascolo in cartapesta (fig. 04), finte carcasse di cavallo (di cui i campi di battaglia allora erano pieni) dietro cui poteva

nascondersi un tiratore o un soldato in osservazione. Dopo il 1917 si diffusero altri corpi analoghi a quello americano, coinvolgendo esperti pittori che erano in grado di realizzare tessiture e tassellature di colore sempre più efficaci [Behrens 2002; Behrens 2009].
Come è noto, la Prima guerra mondiale fu combattuta con un largo impiego di navi alleate le quali venivano spesso affondate dagli U-boot, i sottomarini tedeschi. Rilevare la traiettoria delle navi usando il periscopio munito di telemetro consentiva di valutarne l'angolazione e, dopo calcoli delicatissimi, di dirigere i siluri in modo da colpirle anche da grandi distanze. Bastava un piccolo errore nelle misurazioni angolari per vanificare il lancio e, contemporaneamente, rivelare la presenza di un sottomarino. Per falsare le letture dei telemetri, il pittore inglese Norman Winkinson (1878-1971), utilizzando le riflessioni di Thayers sui *disruption pattern*, inventò il cosiddetto *Dazzle Camouflage*.
Winkinson propose di dipingere le navi con strisce di colori alternati secondo trame fantasiose che contraddicevano la forma degli scafi (fig. 05: <https://entirelandscapes.space/dazzle-camouflage> – consultato il 28 febbraio 2022 – fig. 06).

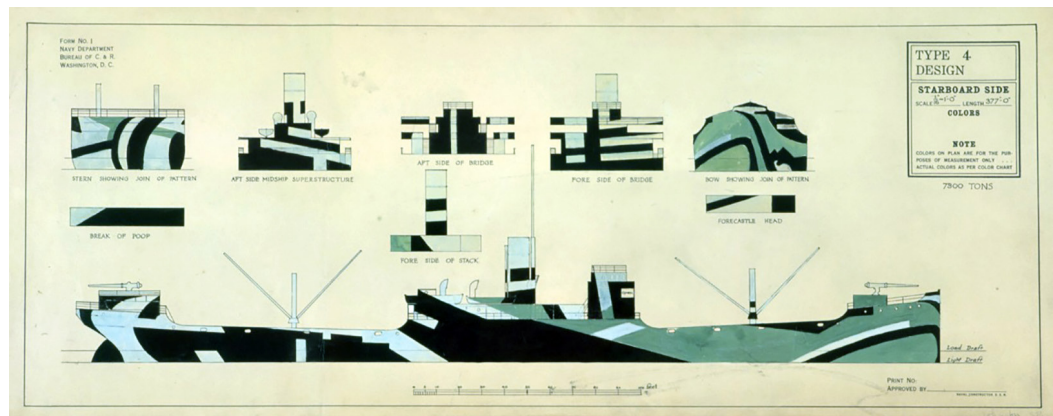



Fig. 06. Progetto di Dazzle Camouflage, Navy Departement Boureau, 1917 ca. <https://www.history.navy.mil/our-collections/art/exhibits/conflicts-and-operations/wwi/dazzle-paint-ship-camouflage-designs-.html> (consultato il 28 febbraio 2022)

Con questo semplice espediente si riuscivano indurre errori grossolani (anche superiori ai 40°) nella lettura delle traiettorie.
Le trame proposte da Winkinson e da altri pittori furono applicate su ben 5200 navi da guerra inglesi e statunitensi, ottenendo una riduzione drastica del numero degli affondamenti (fig. 07: <http://www.bobolinkbooks.com/Camoupedia/DazzleCamouflage/> – consultato il 28 febbraio 2022). Ben presto, peraltro, il fascino dei colori applicati, l'energia di queste trame bizzarre influenzarono l'arte decorativa e la moda, trasformando il *Dazzle Camouflage* in un fenomeno di costume [Endler 2006].
Il coinvolgimento degli artisti visuali nel mimetismo militare era ormai assodato. Come scriveva il pittore Solomon J. Solomon nel suo *Strategic Camouflage* del 1920 – uno studio dedicato alla mimetizzazione di strade e basi militari a scala territoriale per ingannare le osservazioni aeree – "Il *camoufleur* è, ovviamente, un artista, preferibilmente uno che dipinge o scolpisce soggetti fantasiosi, con alcune facoltà deduttive. Non deve lasciare indizi per il detective dall'altra parte in ciò che progetta o esegue, e soprattutto deve essere pieno di risorse" [Solomon 1920, p. 54].
Gertrude Stein raccontava che Picasso, vedendo passare dei mezzi militari dipinti con forme e colori mimetici, avesse esclamato "siamo noi che abbiamo fatto questo. Questo è cubismo" [Wright 2005]. A oggi la progettazione e la realizzazione di tessuti mimetici occupa un campo della produzione industriale bellica di vaste dimensioni che coinvolge competenze tra loro molto differenti. Il catalogo dei tessuti della ditta specializzata Hyperstealth, conta ben 439 diversi tessuti mimetici, adatti per nascondersi nei territori di tutto il mondo in ogni stagione (fig. 08: <https://www.hyperstealth.com/deceptex/70-30-LW-fabric-order.html> – consultato il 28 febbraio 2022). D'altra parte, gli studi sull'efficacia di queste uniformi mostrano come, rispetto ai tessuti in tinta unica che sono riconoscibili in circa mezzo secondo, una moderna tuta mimetica possa garantire un tempo di riconoscimento del bersaglio di circa due secondi, generando condizioni che su un campo di battaglia possono fare una sostanziale differenza.

Nel mondo attuale

Sul tema del mimetismo militare negli ultimi decenni si è addensato una vasto interesse, come testimoniato dall'impegno di alcuni studiosi che vi hanno dedicato lavori di ampio respiro come Roy R. Behrens – professore di design, autore del volume *Camoupedia* [Behrens 2009] e di documentatissimi video documentari diffusi sul web [2] – e Hardy Blechman, stilista e disegnatore di tessuti, autore del monumentale *DPM - Disruptive Pattern Material: An Encyclopaedia of Camouflage: Nature, Military and Culture* [Blechman 2005], il quale ha cercato di svincolare il sapere elaborato su questi temi dall'esclusivo ambito militare.
Ma proprio mentre questi contenuti diventano patrimonio comune e vengono utilizzati negli ambiti più diversi – si pensi agli autovelox camuffati al bordo delle strade e, per contro, alle sagome di cartone di vigili in divisa che qualche anno fa popolavano le strade statali, applicazioni di mimetismo criptico e fanerico – l'industria militare pone nuove questioni che hanno indirizzato la ricerca su campi ancora differenti.
Uno di questi riguarda lo studio dell'invisibilità. Già da alcuni decenni si sperimentano progetti di aerei *stealth* da guerra, la cui forma e il cui trattamento superficiale sono pensati per ridurre o addirittura annullare il riflesso delle onde radar di rilevamento. Inoltre, di recente si stanno sperimentando dei veri e propri "mantelli dell'invisibilità", tessuti sottilissimi realizzati con i cosiddetti metamateriali che generano delle microstrutture cave che hanno la proprietà di 'piegare' il flusso luminoso, facendo in modo di proiettare verso l'osservatore la luce che raggiunge un oggetto da dietro, rendendolo invisibile [Manoni 2017; Hambling 2017; Su 2020].
In modo più semplice, ottenendo già risultati più che soddisfacenti, è possibile rendere invisibile all'occhio umano oggetti molto grandi, persino un caccia da guerra sul terreno, avvolgendolo con uno scudo semirigido di plastica che, un po' come una lente, devia la direzione della luce.
Questi dispositivi sono ormai ampiamente collaudati e rappresentano l'applicazione più avanzata relativa al camouflage statico (fig. 09: <https://vimeo.com/374967412?embedded=true&source=video_title&owner=101765324> – consultato il 28 febbraio 2022).
L'utilizzo estensivo di internet negli ultimi decenni ha determinato il trasferimento sul web di parte delle relazioni personali, delle transazioni economiche e persino dei conflitti bellici. L'accesso diffuso ai dati della rete consente adesso di tracciare e individuare la posizione fisica di una persona attraverso l'uso di moderni algoritmi di riconoscimento facciale, ricostruendone le abitudini con un'attendibilità ormai stupefacente.
La sparizione della privacy – spauracchio di buona parte della letteratura distopica del Novecento – è adesso una condizione diffusa e la difesa da questa nuova forma di aggressione ai dati e all'intimità personale comincia a porsi con una certa urgenza, sia al livello individuale che collettivo e da alcuni anni investe l'attività delle agenzie di *intelligence* [Zuboff 2019].
Questo inedito panorama ha generato nuove tecniche di *camouflage*.
Per confondere i software di riconoscimento sono stati studiati alcuni precisi stratagemmi, come quello di ricorrere ad un pesante e vistoso trucco facciale [Heaven 2021; Feng, Prabhakaran 2013] – che in alcuni ambienti alternativi è persino diventato di tendenza – tale da dissimulare i lineamenti dei volti.
Per lo stesso scopo sono stati progettate delle app [Cherepanova 2021] che consentono di 'trattare' le proprie foto diffuse sul web contaminandole con il *"data poisoning"*, in modo che gli algoritmi di AI non riescano più nemmeno a riconoscere i volti, riducendo la possibilità di tracciamento attorno all'1%.
Per contro, le tecniche di aggressione ai nostri dati privati attraverso la costruzione di volti umani fittizi in grado di aprire i sistemi di blocco dei nostri tablet o dei nostri smartphone, mostra come esistano delle 'superfacce', invero estremamente ordinarie, che riescono ad ingannare anche il 60 % dei sistemi di sicurezza [Shmelink 2021].
In questo panorama, paradossalmente, un volto ben riconoscibile, tale da non passare inosservato, non può essere facilmente surrogato da questi grimaldelli elettronici, così che, nel mondo digitale, si è determinato che è la diversità a generare protezione piuttosto che l'omologazione, come invece spesso accade in natura.

Conclusioni

Le vicende riportate sinteticamente in questa nota hanno lo scopo esclusivo di mostrare come il tema del mimetismo, in continuità con le vicende storiche che lo hanno caratterizzato, mantenga una notevole rilevanza anche ai nostri giorni e come i settori disciplinari interessati ai temi della rappresentazione vi possano trovare un ampio spazio di interesse.
In particolare, un ambito che merita di essere approfondito riguarda la relazione tra Architettura e *Camouflage* che superi la semplice ricerca delle tecniche di occultamento del costruito negli ambienti naturali [Randa 2014] e che magari si spinga nelle direzioni indicate da recenti applicazioni alternative, come quelle del *Dazzle Camouflage* alle architetture indagate presso l'AA di Londra (fig. 10: <https://futuresplus.wordpress.com/2012/05/02/intermediate-unit-6-mohamad-zamri-bin-arip/> – consultato il 28 febbraio 2022) che lasciano intravedere spunti carichi di interesse per la costruzione di nuovi paesaggi urbani [Verghese 2010].
Anche nella fragile complessità determinata dall'intreccio col mondo digitale che si dipana sotto i nostri occhi, interessi di questo tipo potranno consolidare l'approccio multidisciplinare all'argomento e sottrarre al dominio prioritario dell'ambito militare le applicazioni di un sapere che continua ad essere saldamente incardinato nei ranghi degli studi visuali e della rappresentazione e che costituisce una delle occasioni di estendere il nostro campo di azione, mescolando in modo compiuto i domini delle scienze e delle arti e mostrando ancora una volta come i confini tra le discipline acquistino significato solo quando si è disposti a superarli.

Note

[1] Sulla vita di Abbott H. Thayers, si veda il documentario di Pamela Peabody del 2012 Invisible: Abbott Thayers and the Art of Camouflage. <https://vimeo.com/70081699>

[2] Si veda il blog <http://camoupedia.blogspot.com>

Riferimenti bibliografici

Beddard F. E. (1892). *Animal Coloration: An Account of the Principal Facts and Theories Relating to the Colours and Markings of Animals*. London: Sonnenschein.

Behrens R. R. (2002). *False Colors: Art, Design and Modern Camouflage*. Dysart: Bobolink.

Behrens R. R. (2009). *Camoupedia: A Compendium of Research on Art, Architecture and camouflage*. Dysart: Bobolink.

Blechman H. (2005). *DPM - Disruptive Pattern Material: An Encyclopaedia of Camouflage: Nature, Military and Culture*. British Virgin Islands: DPM Ltd.

Blechman H. (2019). *The Culture of Camouflage with Maharishi's Hardy Blechman*. End, <https://www.endclothing.com/gb/features/the-culture-of-camouflage-with-maharishis-hardy-blechman> (consultato il 28 febbraio 2022).

Callois R. (1998). *Mimetismo e Psicastenia leggendaria* in id. *Il Mito e l'uomo*. Torino, Bollati Boringheri, pp.48-67.

Callois R. (2017). *Il mimetismo animale*. Milano: Medusa.

Cherepanova V. et al (2021). *LowKey: Leveraging Adversarial Attacks to Protect Social Media Users from Facial Recognition. ICRL conference 2021*. <https://openreview.net/forum?id=hJmtwocEqzc> (consultato il 28 febbraio 2022).

Cott H. B. (1940). *Adaptive Coloration in Animals*. London: Methuen.

Endler J. A. (2006). *Disruptive and cryptic coloration*. Proceedings of The Royal Society, 273, pp. 2425–2426. <https://doi.org/10.1098/rspb.2006.3650> (consultato il 14 settembre 2022).

Feng R., Prabhakaran B. (2013). *Facilitating fashion camouflage art*. MM '13: Proceedings of the 21st ACM international conference on Multimedia, pp. 793–802. <https://doi.org/10.1145/2502081.2502121> (consultato il 28 febbraio 2022).

Grinnell G. B., Roosvelt T. (1895). *Hunting in Many Lands. The Book of the Boone and Crockett Club*. New York: Forest & Stream.

Hambling D. (2015). *US army calls for ideas on invisible uniforms for soldiers*. New Scientist, n. 3020. <https://www.newscientist.com/article/mg22630202-200-us-army-calls-for-ideas-on-invisible-uniforms-for-soldiers/?ignored=irrelevant#.VUwKRDdb91Y> (consultato il 28 febbraio 2022).

Heaven W. D. (2021). How to stop AI from recognizing your face in selfies. MIT Technology Review <https://www.technologyreview.com/2021/05/05/1024613/stop-ai-recognizing-your-face-selfies-machine-learning-facial-recognition-clearview/> (consultato il 28 febbraio 2022).

Manoni F. M. (2017). *La fisica dell'invisibilità: nuove frontiere*. <https://www.sicurezzanazionale.gov.it/sisr.nsf/approfondimenti/la-fisica-dellinvisibilita-nuove-frontiere.html> (consultato il 28 febbraio 2022).

Pinotti, A., Somaini, A. (2016). *Cultura visuale. Immagini sguardi media dispositivi*. Torino: Einaudi, pp. 108-112.

Poulton, E. B. (1890). *The Colours of Animals: Their Meaning and Use*. London: Kegan Paul.

Randa, H. M. (2014). *The challenge of camouflage in architecture as means of efficiency*. Proceedings of the 10th ICCAE-10 Conference, pp. 1-13. <https://iccae.journals.ekb.eg/article_43773_794eedff860c0c927af45738caa33799.pdf> (consultato il 28 febbraio 2022).

Roosevelt, T. (1911). *Revealing and concealing coloration in birds and mammals*. In *Bulletin of the American Museum of Natural History*, n. 30, pp. 119–231.

Shmelkin, R., Friedlander T; Wolf, L. (2021). *Generating Master Faces for Dictionary Attacks with a Network-Assisted Latent Space Evolution*. <https://arxiv.org/pdf/2108.01077.pdf> (consultato il 28 febbraio 2022).

Solomon, J. S. (1920). *Strategic Camouflage*. New York: Dutton & Co.

Su, X. "et al." (2020). *Cross-wavelength invisibility integrated with various invisibility tactics*. Sci. Adv., 6 (39). <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.abb3755> (consultato il 14 gennaio 2021).

Thayer, A. H. (1896). *The law which underlies Protective Coloration*. In *The Auk*, vol 13, n. 2, pp. 124-129.

Thayer, A. H. (1896). *Further Remarks on the Law which underlies Protective Coloration*. In *The Auk*, vol 13, n. 4, pp. 318-320.

Thayer, A. H., Thayer, G. H. (1909). *Concealing Coloration in the Animal Kingdom*. New York: Macmillian.

Verghese, M. (2010). *Camouflage: A Catalogue of Effects*. In *AArchitecture*, n.12, p. 8. <https://www.aaschool.ac.uk/assets/Documentation/publications/aarchitecture12.pdf> (consultato il 12 dicembre 2021).

Wolfe A. (2006). *Mimetismo*. Milano: Equatore

Wright, P. (2005). *Cubist Slugs*. In *London Review of Books*, vol. 27, n. 12. <https://www.lrb.co.uk/the-paper/v27/n12/patrick-wright/cubist-slugs> (consultato il 28 febbraio 2022).

Zuboff S. (2019). I*l capitalismo della sorveglianza. Il futuro dell'umanità nell'era dei nuovi poteri*. Roma: Luiss.

Autore
Edoardo Dotto, Università di Catania, edoardodotto@hotmail.com

Per citare questo capitolo: Dotto Edoardo (2022). Mentire allo sguardo: il mimetismo tra arte e scienza/Lying to the eye: the mimicry between art and science. In Battini C., Bistagnino E. (a cura di). *Dialoghi. Visioni e visualità. Testimoniare Comunicare Sperimentare. Atti del 43° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Dialogues. Visions and visuality. Witnessing Communicating Experimenting. Proceedings of the 43rd International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano: FrancoAngeli, pp. 1476-1493.

 Isbn 9788835141938

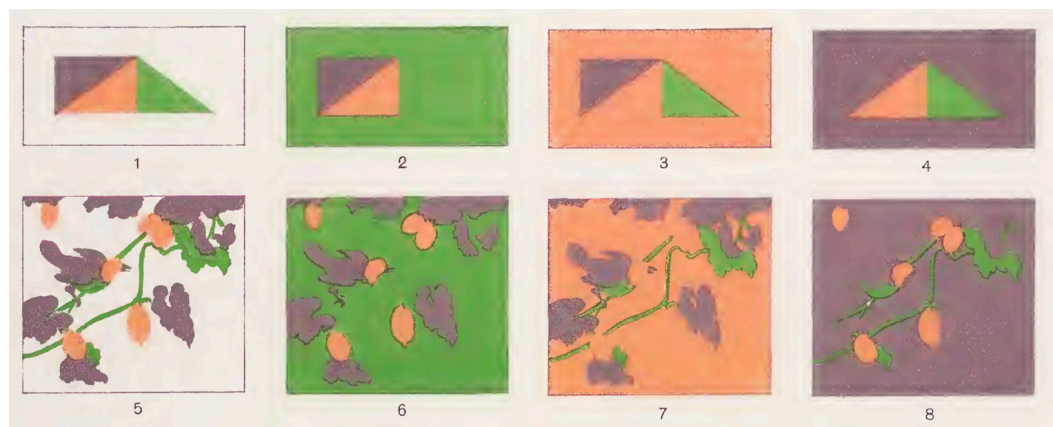
43rd International Conference
of Representation Disciplines Teachers
Congress of Unione Italiana Per Il Disegno – Proceedings 2022

Lying to the eye: the mimicry between art and science

Edoardo Dotto

Abstract

Within a general reflection on the meaning and methods of dialogue in the domain of visuality, the contribution takes into consideration the theme of natural and artificial mimicry, as a form of communication characterized by the systematic use of deception. Together with the interest that, for over a century, this topic has taken first for zoology studies and later for applications in the military field, areas of reflection have recently emerged that involve disciplines such as computer science, optics and sociology. Yet, the history of mimicry studies shows how such a variety of skills has been continuously supported by the studies and applications proposed by expert painters who have used their specific skills to build effective syntheses between the various fields involved, demonstrating how the progress of knowledge – even in the scientific field – in many cases cannot renounce a close comparison between the specific skills of the arts and sciences.

Keywords
Camouflage, Dazzle camouflage, Abbott Thayers, face recognition, invisibility

Abbott H. Thayers, Colored diagram illustrating the use of 'ruptive' coloration, in Thayers 1909, p. 77.

doi.org/10.3280/oa-832-c96

Those short of lies cannot save themselves.
(Alda Merini, *Aforismi e magie*, 1968)

Introduction

Among the different levels of communication, what is achieved through the visual channels that use the image – almost always the image of oneself – to weave a dialogue with the interlocutors, even if it does not have the subtle possibilities of articulation of the verbal one, manifests an immediacy and a surprising intensity. The colors of the birds' feathers, the colorful streaks of tropical fish – just like the outfits that each of us choose to wear – support an intense communication that takes place within the specific sphere of visuality. In this note we want to consider an aspect of this visual domain that is in the category of lies and deceit, that is, that of visual mimicry, through which it is common to convey false content to obtain measurable benefits.
The field of visual mimesis – or camouflage, as it is indicated in many languages – constitutes a field of research that has been the subject of specific interest only since the end of the nineteenth century, a few decades after the paradigm change in the study of nature introduced by Darwin's studies.
In nature, the use of deception in visual communication is extensive and differentiated. An animal, whether it does it to prey or to escape an attack, can blend in in different ways, perhaps trying to blend into the environment or pretending to be an inanimate object [Wolfe 2006].

Fig. 01. Gerard Thayers, *Male Gruffed Grouse in the Forest*, 1908, in Thayers 1909, p. 38.

This is the so-called "cryptic mimicry" (fig. 01), used for example by a crocodile hiding among the trunks or by a chameleon that takes on the color of the branch on which it is climbed. Another type of mimicry, called "faneric", is for example that of butterflies that have concentric circles on their wings that simulate the wide eyes of a predator [Pinotti, Somaini 2016, pp. 108-112] or some harmless insects whose colors resemble those of poisonous wasps. In these cases, one pretends to be stronger, more dangerous (or even just unpleasant to ingest) than it actually is and imitates those animal forms characterized by the so-called "aposematism", that is, the showy coloring of the body typical of some lethal frogs which with their flamboyant livery communicate a clear warning to predators. The theme of mimicry, as it is known, involves much wider fields than those defined by zoology studies, such as the military, the field of fashion and also that of modern social psychology, based on the reflections of Roger Callois [Callois 1998; Callois 2017] who showed how each individual – in a similar way to Woody Allen's *Zelig* – tends to blend in, conforming to their social environment.

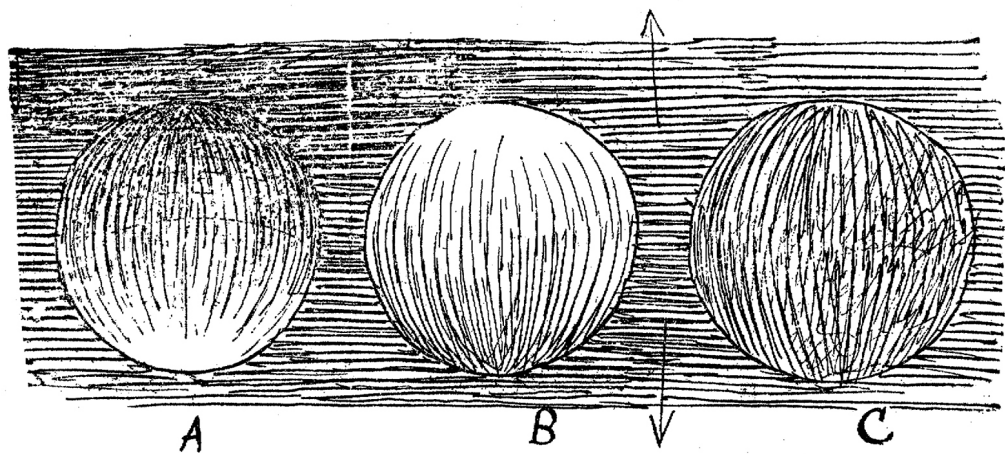



Fig. 02. Abbot H. Thayers, Scheme of the lighting of the bodies illuminated from above (A), of the chromatic intensity of animal bodies (B) and their overlap (C), in Thayers 1896a, p. 125.

Some fundamental steps

The attention to the theme of mimicry, as we said, is quite recent. Military uniforms, until about a century ago, were often characterized by bright colors. The French ones, for example, were red and blue, two colors that hardly went unnoticed on the battlefield in which the predominant colors were green and brown. Still towards the end of the nineteenth century in the volume *Hunting in Many Lands* – also edited by Theodor Roosevelt, a passionate naturalist and expert hunter, among others – no expedient is considered to make oneself invisible to prey [Grinnell, Roosevelt 1895]. The first wide-ranging scientific work on the subject is Edward Bagnall Poulton's The Colors of Animals from 1890 [Poulton 1890] which clearly develops the theme of "warning colors" (ie the colors that convey aposematism) but which describes the mimicry abilities of animals are rather vague. The volume was followed in 1892 by the work of the English zoologist Frank Evers Beddard, *Animal Coloration: An Account of the Principal Facts and Theories Relating to the Colors and Markings of Animals* which sometimes contains rather feeble reflections, often based on observations made in rather zoological gardens. than in natural environments [Beddard 1892].
The turning point in the history of mimicry was the work of the American painter Abbott Handerson Thayer (Boston 1849 - Dublin 1921) who with the tools of his trade tried to understand the meaning of the coloring of animals. Thayers, an impressionist painter not far from the Pre-Raphaelite taste, following the idealism of Ralph Waldo Emerson, believed that every element of creation had a specific meaning and function [1+. Thanks to his visual sensitivity, he defined the fundamental law on countershading, also called Thayer 's Law, disclosed in 1896 with two articles published in the journal of the American Ornithologist Union [Thayers 1896a; Thayers 1896b]. In The law which underlies Protective Coloration he wrote: "animals are painted by nature, darker on those parts which tend to be more illuminated by the light of

the sky and vice versa. The attached diagram illustrates this statement. The animals are naturally colored as in A, the sky illuminates them as in B, and the two effects cancel each other out, as in C. The result is that their gradation of light and shadow, whereby opaque solid objects manifest themselves at sight, it is canceled in every point […] and the spectator seems to see through the space actually occupied" (fig. 02) [Thayers 1896a, p. 125].
Together with his son Gerard, in 1909 Thayers wrote Concealing Coloration in the Animal Kingdom [Thayers 1909], a full-bodied volume illustrated by many images made by him and his students in which it is shown how even the most flamboyant coloring of animals is aimed at their mimetic protection, even that of snakes, birds and even that of the peacock which, if observed from the point of view of its predators, manages to blend perfectly between the foliage and the background of the sky (fig. 03). Thayers also clearly describes what the "disruptive pattern" is, that is, that complex coloring that manages to confuse the view by losing the perception of the animal's body through zebra stripes, spots, alternating bands. In the introduction to the volume, Thayers noted that "the whole issue of 'mimicry' has been in the hands of the wrong keepers.

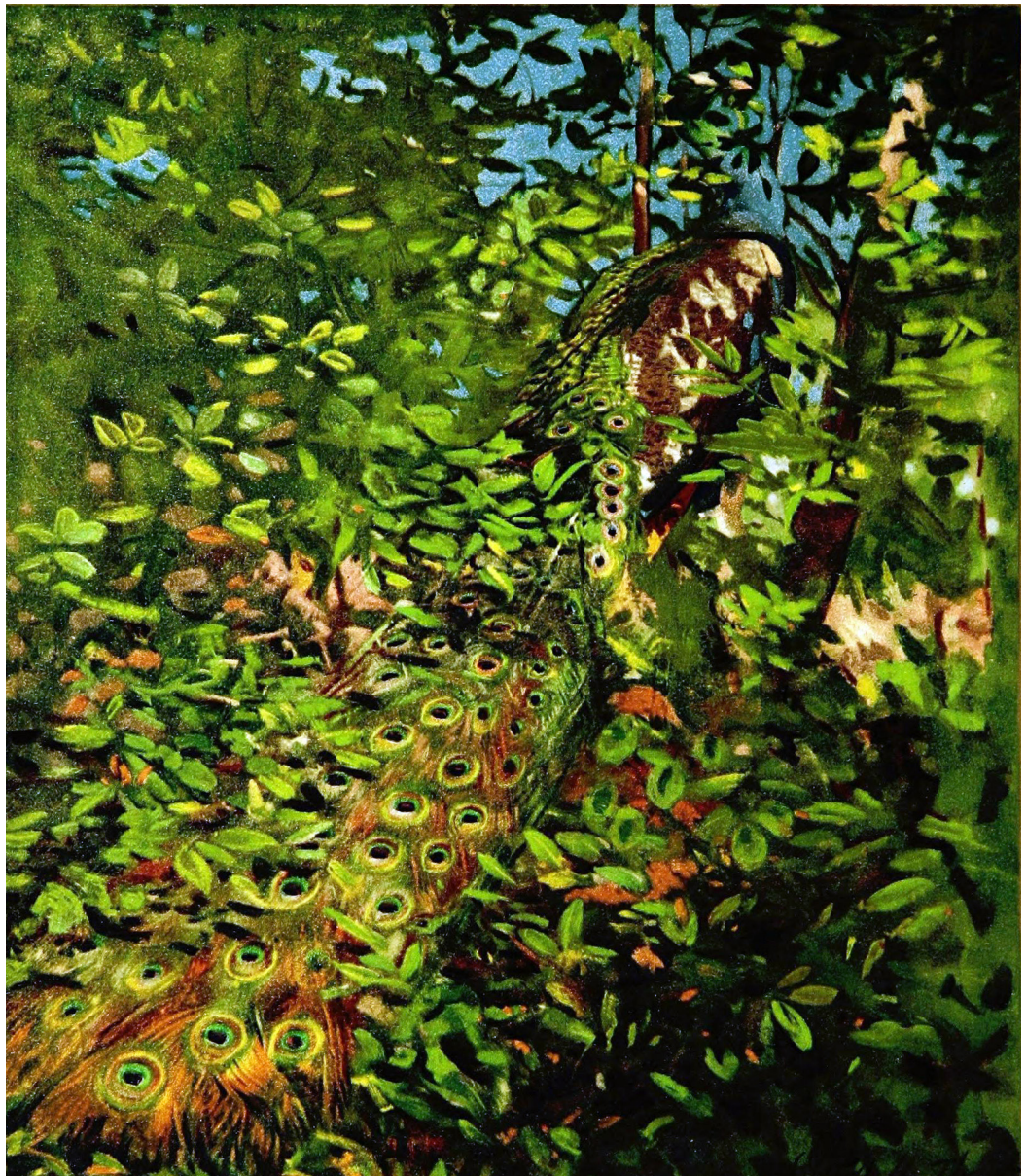



Fig. 03. Abbot H. Thayers, Peacock amid foliage, in Thayers 1909. The point of view chosen coincides with that of the peacock's predatory quadrupeds. As you can see, for Thayers even the blue neck is invisible against the background of the sky.

Concerning exclusively animals, it was naturally considered the territory of zoologists, but it belongs in its own way to the realm of pictorial art and can only be interpreted by painters, since it entirely concerns optical illusions, which are the very essence of a painter's life" [Thayers 1909, p. 3]. With these premises, as you can imagine, his theories received a rather cold reception from the naturalists who reproached him for a serious narrow-mindedness. On the other hand, Thayers was mainly dedicated to observing the birds that he could study in the countryside around Dublin in Ohio, where he lived, obtaining only confirmation of his intuition and falling victim to his enthusiasm. In 1911 Theodor Roosevelt wrote a very long article – Revealing and concealing coloration in birds and mammals – in which he refuted, with energetic vehemence, the theories of Thayers [Roosevelt 1911] and again in 1940 Hugh Cott in Adaptive Coloration in Animals, did not lose the opportunity to criticize it [Cott 1940]. Despite this, the concepts to which naturalists referred to treat animal mimicry soon coincided with those introduced by Thayers, namely chromatic analogy, countershading and the disruptive pattern.

Fig. 04. English soldiers with a hollow papier-mâché cow, 1917 ca. <https://www.nacion.com/viva/cultura/artistas-del-engano-en-la-primera-guerra-mundial/SJTRG4POYVB5RNRPJATM6IFR4E/story/> (accessed February 28, 2022)

Thayers was the first to have clear how the question of mimicry could have interesting repercussions in the military field. During the Spanish-American War of 1898, Thayers proposed himself as a consultant for the construction of uniforms, without obtaining any interest. Thanks to the knowledge of the English painter John Singer Sargent, during a trip to London, Thayers presented his proposals to the Ministry of War, which thus started a program that led in 1917, during the First World War, to the use of the first camouflage uniforms. The allied troops soon learned the advantages that the camouflage brought to military activity and in the same year a Camouflage Corp was organized at the American army – under the leadership of General Homer Saint-Gaudens, the son of a painter and painter himself – who not only made the camouflage suits but also other concealment devices such as false hollow boulders, large tree trunks or grazing cows in papier-mâché (fig. 04), fake horse carcasses (of which the battlefields were then full) behind which a shooter or an observation soldier could hide.

After 1917 other bodies similar to the American one spread, involving expert painters who were able to create increasingly effective textures and tessellations of color [Behrens 2002; Behrens 2009]. As is known, the First World War was fought with a large use of allied ships which were often sunk by U-boats, the German submarines. Detecting the trajectory of ships using the periscope equipped with a rangefinder made it possible to evaluate their angle and, after very delicate calculations, to direct the torpedoes in order to hit them even from great distances. A small error in the angular measurements was enough to frustrate the launch and, at the same time, reveal the presence of a submarine. To distort the readings of the rangefinders, the English painter Norman Winkinson (1878-1971), using Thayers' reflections on disruption patterns, invented the so-called Dazzle Camouflage. Winkinson proposed to paint the ships with stripes of alternating colors according to imaginative patterns that contradicted the shape of the hulls (figg. 05: <https://entirelandscapes.space/dazzle-camouflage> – accessed February 28, 2022 – fig. 06). With this simple expedient it was possible to induce gross errors (even higher than 40°) in the reading of the trajectories. The plots proposed by Winkinson and other painters were applied to as many as 5200 British and American warships, obtaining a drastic reduction in the number of sinking (fig. 07: <http://www.bobolinkbooks.com/Camoupedia/DazzleCamouflage/> – accessed February 28, 2022).

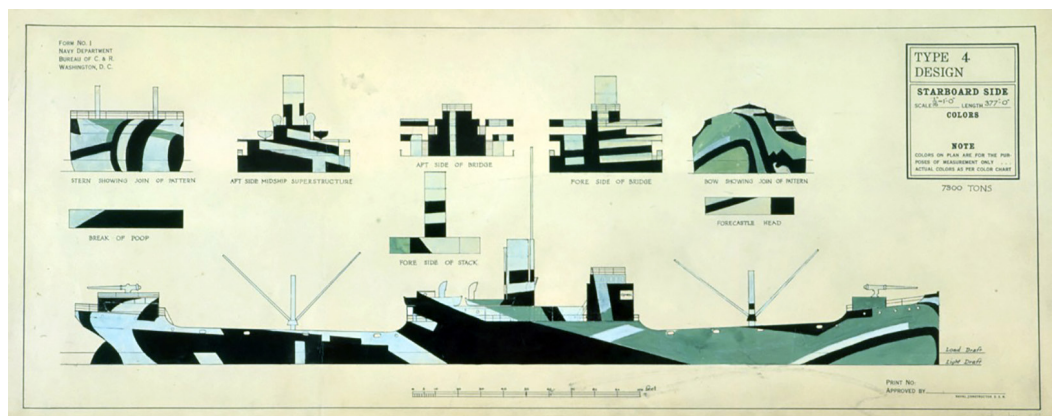



Fig. 06. Dazzle Camouflage project, Navy Departement Boureau, 1917 ca. <https://www.history.navy.mil/our-collections/art/exhibits/conflicts-and-operations/wwi/dazzle-paint-ship-camouflage-designs-.html> (accessed February 28, 2022)

However, the charm of the applied colors and the energy of these bizarre textures soon influenced decorative art and fashion, transforming Dazzle Camouflage into a costume phenomenon [Endler 2006].

The involvement of visual artists in military mimicry was now well established. As the painter Solomon J. Solomon wrote in his 1920 Strategic Camouflage – a study dedicated to the camouflage of roads and military bases on a territorial scale to deceive aerial observations – "The camoufleur is, of course, an artist, preferably one who paints or carves imaginative subjects, with some deductive faculties.

He must leave no clues for the detective on the other side in what he designs or executes, and above all he must be resourceful" [Solomon 1920, p. 54].

Gertrude Stein said that Picasso, seeing military vehicles painted with camouflage shapes and colors passing by, exclaimed "it was we who did this. This is Cubism" [Wright 2005].

To date, the design and manufacture of camouflage fabrics occupies a field of industrial war production of vast dimensions that involves very different skills. The catalog of fabrics of the specialized company Hyperstealth includes 439 different camouflage fabrics, suitable for hiding in territories all over the world in every season (fig. 08: <https://www.hyperstealth.com/deceptex/70-30-LW-fabric-order.html> – accessed February 28, 2022). On the other hand, studies on the effectiveness of these uniforms show how, compared to single-color fabrics that are recognizable in about half a second, a modern camouflage suit can guarantee a target recognition time of about two seconds, generating conditions that on a battlefield they can make a substantial difference.

In today's world

In recent decades, a great deal of interest has gathered on the theme of military mimicry, as evidenced by the commitment of some scholars who have dedicated wide-ranging works to it such as Roy R. Behrens - professor of design, author of the volume Camoupedia [Behrens 2009] and of highly documented documentary videos disseminated on the web [2] – and Hardy Blechman, stylist and textile designer, author of the monumental DPM – Disruptive Pattern Material: An Encyclopedia of Camouflage: Nature, Military and Culture [Blechman 2005], who tried to release the knowledge developed on these issues from the exclusive military sphere. But just as these contents become common heritage and are used in the most diverse fields – think of the camouflaged speed cameras at the side of the roads and, on the other hand, the cardboard shapes of uniformed police officers who populated state roads a few years ago, applications of camouflage cryptic and fanatical – the military industry raises new questions that have directed research into still different fields.
One of these concerns the study of invisibility. For several decades, designs for stealth warplanes have been experimented, whose shape and surface treatment are designed to reduce or even cancel the reflection of the detection radar waves. Furthermore, real "invisibility cloaks" are being experimented recently, very thin fabrics made with the so-called metamaterials that generate hollow microstructures that have the property of 'bending' the luminous flux, making sure to project towards the observer the light that reaches an object from behind, making it invisible [Manoni 2017; Hambling 2017; Su 2020].
In a simpler way, already obtaining more than satisfactory results, it is possible to make very large objects invisible to the human eye, even a warfighter on the ground, by wrapping it with a semi-rigid plastic shield which, a bit like a lens, deflects the direction of light. These devices are now widely tested and represent the most advanced application relating to static camouflage (fig. 09: <https://vimeo.com/374967412?embedded=true&source=video_title&owner=101765324> – accessed February 28, 2022).
The extensive use of the internet in recent decades has led to the transfer to the web of part of personal relationships, economic transactions and even war conflicts. Widespread access to network data now makes it possible to track and identify the physical location of a person using modern facial recognition algorithms, reconstructing habits with now astonishing reliability. The disappearance of privacy – the bugbear of a good part of the dystopian literature of the twentieth century – is now a widespread condition and the defense against this new form of aggression against data and personal intimacy is beginning to take place with a certain urgency, both at the individual and collective level. and for some years it has invested the activity of the intelligence agencies [Zuboff 2019].
This unprecedented panorama has generated new camouflage techniques. To confuse the recognition software, some precise tricks have been studied, such as that of resorting to a heavy and showy facial make-up [Heaven 2021; Feng, Prabhakaran 2013] – which in some alternative environments has even become trendy – such as to conceal the features of the faces. For the same purpose, [Cherepanova 2021] apps have been designed that allow you to 'treat' your photos spread on the web by contaminating them with "data poisoning", so that the AI algorithms are no longer able to recognize faces, reducing the possibility of tracking by around 1%.
On the other hand, the techniques of aggression to our private data through the construction of fictitious human faces capable of opening the locking systems of our tablets or smartphones, shows how there are 'superfaces', indeed extremely ordinary, that manage to deceive also 60% of the [Shmelink 2021] safety systems. In this panorama, paradoxically, a well recognizable face, such as not to go unnoticed, cannot be easily replaced by these electronic picks, so that, in the digital world, it has been determined that it is diversity that generates protection rather than approval, as it often happens in nature.

Conclusions

The events summarized in this note have the exclusive purpose of showing how the theme of mimicry, in continuity with the historical events that characterized it, maintains considerable relevance even today and how the disciplinary sectors interested in the themes of representation can find a large space of interest.

In particular, an area that deserves to be explored concerns the relationship between Architecture and Camouflage that goes beyond the simple search for techniques of concealment of the built in natural environments [Randa 2014[and that perhaps goes in the directions indicated by recent alternative applications, such as those of Dazzle Camouflage to the architectures investigated at the London AA (fig. 10: <https://futuresplus.wordpress.com/2012/05/02/intermediate-unit-6-mohamad-zamri-bin-arip/> – accessed February 28, 2022) which reveal ideas full of interest for the construction of new urban landscapes [Verghese 2010].
Even in the fragile complexity determined by the intertwining with the digital world that unfolds before our eyes, interests of this type will be able to consolidate the multidisciplinary approach to the subject and remove the applications of a knowledge that continues to be from the priority domain of the military field. firmly rooted in the ranks of visual studies and representation and which constitutes one of the opportunities to extend our field of action, by thoroughly mixing the domains of the sciences and the arts and showing once again how the boundaries between disciplines acquire meaning only when one is willing to overcome them.

Notes

[1] On the life of Abbott H. Thayers, see Pamela Peabody's 2012 documentary: *Invisible: Abbott Thayers and the Art of Camouflage*. <https://vimeo.com/70081699>

[2] See the blog <http://camoupedia.blogspot.com>

References

Beddard F. E. (1892). *Animal Coloration: An Account of the Principal Facts and Theories Relating to the Colours and Markings of Animals*. London: Sonnenschein.

Behrens R. R. (2002). *False Colors: Art, Design and Modern Camouflage*. Dysart: Bobolink.

Behrens R. R. (2009). *Camoupedia: A Compendium of Research on Art, Architecture and camouflage*. Dysart: Bobolink.

Blechman H. (2005). *DPM - Disruptive Pattern Material: An Encyclopaedia of Camouflage: Nature, Military and Culture*. British Virgin Islands: DPM Ltd.

Blechman H. (2019). *The Culture of Camouflage with Maharishi's Hardy Blechman*. End, <https://www.endclothing.com/gb/features/the-culture-of-camouflage-with-maharishis-hardy-blechman> (consultato il 28 febbraio 2022).

Callois R. (1998). *Mimetismo e Psicastenia leggendaria* in id. *Il Mito e l'uomo*. Torino, Bollati Boringheri, pp.48-67.

Callois R. (2017). *Il mimetismo animale*. Milano: Medusa.

Cherepanova V. et al (2021). *LowKey: Leveraging Adversarial Attacks to Protect Social Media Users from Facial Recognition. ICRL conference 2021*. <https://openreview.net/forum?id=hJmtwocEqzc> (consultato il 28 febbraio 2022).

Cott H. B. (1940). *Adaptive Coloration in Animals*. London: Methuen.

Endler J. A. (2006). *Disruptive and cryptic coloration*. Proceedings of The Royal Society, 273, pp. 2425–2426. <https://doi.org/10.1098/rspb.2006.3650> (consultato il 14 settembre 2022).

Feng R., Prabhakaran B. (2013). *Facilitating fashion camouflage art*. MM '13: Proceedings of the 21st ACM international conference on Multimedia, pp. 793–802. <https://doi.org/10.1145/2502081.2502121> (consultato il 28 febbraio 2022).

Grinnell G. B., Roosvelt T. (1895). *Hunting in Many Lands. The Book of the Boone and Crockett Club*. New York: Forest & Stream.

Hambling D. (2015). *US army calls for ideas on invisible uniforms for soldiers*. New Scientist, n. 3020. <https://www.newscientist.com/article/mg22630202-200-us-army-calls-for-ideas-on-invisible-uniforms-for-soldiers/?ignored=irrelevant#.VUwKRDdb91Y> (consultato il 28 febbraio 2022).

Heaven W. D. (2021). How to stop AI from recognizing your face in selfies. MIT Technology Review <https://www.technologyreview.com/2021/05/05/1024613/stop-ai-recognizing-your-face-selfies-machine-learning-facial-recognition-clearview/> (consultato il 28 febbraio 2022).

Manoni F. M. (2017). *La fisica dell'invisibilità: nuove frontiere.* <https://www.sicurezzanazionale.gov.it/sisr.nsf/approfondimenti/la-fisica-dellinvisibilita-nuove-frontiere.html> (consultato il 28 febbraio 2022).

Pinotti, A., Somaini, A. (2016). *Cultura visuale. Immagini sguardi media dispositivi*. Torino: Einaudi, pp. 108-112.

Poulton, E. B. (1890). *The Colours of Animals: Their Meaning and Use*. London: Kegan Paul.

Randa, H. M. (2014). *The challenge of camouflage in architecture as means of efficiency*. Proceedings of the 10th ICCAE-10 Conference, pp. 1-13. <https://iccae.journals.ekb.eg/article_43773_794eedff860c0c927af45738caa33799.pdf> (consultato il 28 febbraio 2022).

Roosevelt, T. (1911). *Revealing and concealing coloration in birds and mammals.* In *Bulletin of the American Museum of Natural History*, n. 30, pp. 119–231.

Shmelkin, R., Friedlander T; Wolf, L. (2021). *Generating Master Faces for Dictionary Attacks with a Network-Assisted Latent Space Evolution.* <https://arxiv.org/pdf/2108.01077.pdf> (consultato il 28 febbraio 2022).

Solomon, J. S. (1920). *Strategic Camouflage*. New York: Dutton & Co.

Su, X. "et al." (2020). *Cross-wavelength invisibility integrated with various invisibility tactics*. Sci. Adv., 6 (39). <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.abb3755> (consultato il 14 gennaio 2021).

Thayer, A. H. (1896). *The law which underlies Protective Coloration*. In *The Auk*, vol 13, n. 2, pp. 124-129.

Thayer, A. H. (1896). *Further Remarks on the Law which underlies Protective Coloration*. In *The Auk*, vol 13, n. 4, pp. 318-320.

Thayer, A. H., Thayer, G. H. (1909). *Concealing Coloration in the Animal Kingdom*. New York: Macmillian.

Verghese, M. (2010). *Camouflage: A Catalogue of Effects*. In *AArchitecture*, n.12, p. 8. <https://www.aaschool.ac.uk/assets/Documentation/publications/aarchitecture12.pdf> (consultato il 12 dicembre 2021).

Wolfe A. (2006). *Mimetismo*. Milano: Equatore

Wright, P. (2005). *Cubist Slugs*. In *London Review of Books*, vol. 27, n. 12. <https://www.lrb.co.uk/the-paper/v27/n12/patrick-wright/cubist-slugs> (consultato il 28 febbraio 2022).

Zuboff S. (2019). I*l capitalismo della sorveglianza. Il futuro dell'umanità nell'era dei nuovi poteri*. Roma: Luiss.

Author
Edoardo Dotto, Università di Catania, edoardodotto@hotmail.com

To cite this chaption: Dotto Edoardo (2022). Mentire allo sguardo: il mimetismo tra arte e scienza/Lying to the eye: the mimicry between art and science. In Battini C., Bistagnino E. (a cura di). *Dialoghi. Visioni e visualità. Testimoniare Comunicare Sperimentare. Atti del 43° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Dialogues. Visions and visuality. Witnessing Communicating Experimenting. Proceedings of the 43rd International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano: FrancoAngeli, pp. 1476-1493.

 Isbn 9788835141938